

A INTER-RELAÇÃO DADOS-EVIDÊNCIAS-CONCLUSÕES

Um estudo com actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares

Laurinda Leite

Instituto de Educação e Psicologia
Universidade do Minho
Braga, Portugal
lleite@iep.uminho.pt

Introdução

As actividades laboratoriais são consideradas, desde há mais de um século, tanto por professores como por educadores em ciências, um recurso educativo de elevado valor no contexto do ensino e da aprendizagem das ciências. Na última década o governo português, através dos Ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia, reconheceu essa importância. Este reconhecimento traduziu-se, por um lado, na reorganização do currículo (passando a prever, por exemplo, o desdobramento das turmas para possibilitar a realização de aulas laboratoriais) e, por outro lado, na criação de mecanismos que visavam, entre outros, a melhoria das condições materiais das escolas, nomeadamente a nível de equipamento dos laboratórios de Ciências.

Ao longo dos tempos, a forma como as actividades laboratoriais têm sido predominantemente utilizadas no ensino das ciências tem oscilado entre a confirmação de conhecimentos previamente apresentados aos alunos e a descoberta pelos alunos dos conceitos científicos que se pretende sejam aprendidos por eles (Leite, 2001). Nos últimos anos têm começado a surgir argumentos a favor da utilização das actividades laboratoriais de uma forma, entre outros, capaz de promover a reconstrução das concepções alternativas dos alunos (Gunstone, 1991). No entanto, os manuais escolares continuam a incluir, predominantemente, actividades laboratoriais cujo objectivo é confirmar (Leite, 1999) ou descobrir (Figueiroa, 2001) conhecimentos conceptuais. Os dados desempenham nestes dois casos diferentes papéis. No primeiro destes casos as actividades laboratoriais devem fornecer dados que incluam evidências que suportem as conclusões que se pretende elaborar. No segundo caso, as actividades laboratoriais devem fornecer dados que incluam evidências suficientes para elaborar uma conclusão relacionada com o conhecimento que se pretende ensinar aos alunos.

Não sendo simples a interdependência evidências – conclusões (Osborne, *et al.*, 2001) e não sendo directa a relação dados – evidências (Ball, 1992), o manual escolar, enquanto principal determinante das actividades realizadas nas aulas (Dall’Alba *et al.*, 1993; Tobin, Tippins & Gallard, 1994), pode funcionar como um facilitador *da* ou como um obstáculo à adequada inter-relação entre dados, evidências e conclusões, dependendo da forma como relaciona estes conceitos.

Objectivo

Considerando o papel desempenhado pelo manual escolar no ensino das ciências e a consequente influência que pode ter no modo como, em sala de aula, é abordada a inter-relação dados-evidências-conclusões, o objectivo deste trabalho é analisar o modo como algumas actividades laboratoriais incluídas em manuais

escolares de ciências utilizam os dados e as evidências para elaborar as conclusões (“novos” conhecimentos a aprender) ou para confirmar conhecimentos previamente apresentados aos alunos.

Fundamentação teórica

As actividades laboratoriais e a aprendizagem de conceitos científicos

Apesar de os resultados de diversos trabalhos de investigação não suportarem, de modo conclusivo, a ideia de que o trabalho laboratorial promove a aprendizagem de conceitos científicos (Clackson & Wright, 1992; Dreyfus, 1993; Hodson, 1993; Barberá & Valdés, 1996), os cientistas assim como os educadores em ciências e os investigadores continuam a defender que o laboratório deve ocupar um papel central nas aulas e ciências. De acordo com Hodson (1993), o trabalho laboratorial pode de facto contribuir para a consecução de vários objectivos relevantes que o autor agrupa em cinco categorias, cada uma das quais correspondendo a uma meta do trabalho laboratorial, a saber:

- “motivar os alunos, estimulando-lhes o interesse e o envolvimento;
- desenvolver *skills* laboratoriais nos alunos;
- promover a aprendizagem de conhecimento científico;
- desenvolver uma ideia de metodologia científica e a capacidade de a usar;
- desenvolver atitudes científicas, tais como abertura de espírito, objectividade” (p. 90/91).

Estas metas podem ser vistas como argumentos a favor da inclusão do trabalho laboratorial numa educação em ciências que contemple as três componentes consideradas por Hodson (1992): a aprendizagem da ciência, a aprendizagem acerca da ciência e a aprendizagem de como fazer ciência. A terceira meta acima referida pode ser interpretada como significando que a aprendizagem de conceitos e princípios científicos (aprendizagem da Ciência) pode ser concretizada à custa de trabalho laboratorial. Contudo, e tal como realçam Clough & Clark (1994), a realização de actividades laboratoriais centradas na manipulação de materiais e equipamentos é insuficiente para a aprendizagem bem sucedida de conceitos científicos. A razão de ser desta afirmação tem a ver com o facto de as actividades laboratoriais mostrarem “o que acontece” mas não mostrarem “porque é que isso acontece”. Mostrar “o que acontece requer observação”; mostrar “porque acontece” requer análise, *insight*, criatividade, pensamento abstracto sobre dados adequados, seleccionados de entre as observações realizadas (Woolnough & Allsop, 1985). Se, por um lado, as teorias dão significado às actividades laboratoriais, por outro lado, as teorias, dado que envolvem ideias abstractas, não são *fisicamente* ilustráveis (Wellington, 1998). Para além disso,

“nós não podemos aproximar-nos de algo e ‘simplesmente observá-lo’. Nós trazemos sempre connosco o nosso par de óculos especiais para o acto da observação. Isto influencia o que nós escolhemos para observar e as nossas ideias prévias influenciam o que nós observamos” (Millar, 1998, p.18).

Assim, para que as actividades laboratoriais tenham um efeito sério na aprendizagem de conceitos, os alunos devem passar tempo suficiente a interagir com ideias (Gunstone, 1991; Hodson, 1993), ou seja a reflectir sobre as evidências e a clarificar significados cientificamente aceites e ideias erradas. Se assim não for, as aulas de ciências serão uma perda de tempo tão grande como as criticadas aulas

expositivas, sem actividades laboratoriais (Harlen, 1994). Neste contexto, o argumento a favor da utilização do trabalho laboratorial para a aprendizagem de conceitos científicos não deve por a ênfase na quantidade mas antes na qualidade das actividades realizadas, tendo esta a ver com a adequação da actividade ao objectivo a atingir (Woolnough & Allsop, 1985, Hodson, 1993; Leite, 2001) e com a forma como a inter-relação entre os dados, as evidências e as conclusões é trabalhada (Gunstone & Champagne, 1990; Tobin, 1990), de modo a garantir que essas actividades sejam não só orientadas por teorias mas também compreendidas pelos alunos (Hodson, 2000), promovendo, assim, não só a construção de novas ideias mas também a reconstrução das concepções alternativas (Leite, 2001).

Actividades laboratoriais, dados, evidências e conclusões

Uma das principais características das ciências é que muita da sua investigação é desenhada pelos cientistas com a finalidade de fornecer dados que permitam testar hipóteses, podendo a observação preceder a ou seguir-se à formulação das hipóteses (Phelan & Reynolds, 2001) e podendo estas ser empíricas ou teóricas. As hipóteses empíricas são formuladas a partir da observação e têm que ser depois testadas (e desejavelmente confirmadas) pela observação, facto que, como demonstra Chalmers (1985), constitui um problema difícil de resolver não só porque exige que se use a indução para confirmar uma hipótese formulada por indução, mas também porque é difícil determinar o número e a qualidade dos casos que precisam ser observados. No caso das hipóteses teóricas trata-se de verificar se uma dada hipótese, formulada por dedução, resiste ou não ao teste da falsificação. Falsificar uma hipótese é muito mais fácil do que confirmar que essa hipótese é verdadeira, na medida em que, e como afirma Chalmers (1985), para confirmar uma hipótese teríamos que analisar, se não todos os casos, pelo menos um número elevado de casos em condições diversificadas, enquanto que para falsificar uma hipótese, bastaria, encontrar um caso discordante com a hipótese para que esta tivesse que ser rejeitada, apesar de ser também problemático rejeitar uma hipótese na base da observação.

Pesem embora os problemas inerentes à utilização da observação para a o teste (quer através da confirmação quer através da falsificação) de hipóteses (Chalmers, 1985) a observação do mundo real pode ser considerada uma importante fonte de dados para a construção e a avaliação de ideias. Contudo, o processo de identificação das observações relevantes para o teste de uma hipótese, ou seja a identificação das evidências a favor ou contra essa hipótese, não é um processo simples (Phelan & Reynolds, 2001). As evidências a favor ou contra uma hipótese podem ser conceptualizadas como factos que, respectivamente, a suportam ou a põem em causa e que permitem chegar a uma conclusão. Os desenhos de tipo experimental, dado recorrerem ao controlo de variáveis (excluindo assim o efeito de variáveis estranhas), são adequados para estudar a relação entre as variáveis envolvidas numa dada hipótese. Contudo, a elaboração de um desenho experimental requer não só um domínio prévio dos conceitos relevantes mas também a identificação e a caracterização das variáveis envolvidas (Millar & Driver, 1987; Phelan & Reynolds, 2001).

Para além disso, as evidências que possam ser recolhidas num laboratório nunca são suficientes para que os alunos estabeleçam uma ideia (Millar, 1998). Como já referimos, as actividades laboratoriais mostram o que acontece mas não

explicam porque acontece (Woolnough & Allsop, 1985). Por isso, o que os alunos podem perceber a partir da realização de actividades laboratoriais é a origem das ideias; mas as ideias propriamente ditas têm que ser co-construídas em conjunto com o professor e os colegas.

Uma simples recolha de dados no laboratório não é consistente com a definição de evidência; para se tornarem evidências, os dados têm que ser ligados a uma acção ou pensamento subsequente (Ball, 1992) que conduza à construção de uma explicação ou à avaliação da consistência externa de uma teoria. Como afirmam Ogborn *et al.* (1997), “todos os significados são elaborados a partir de outros significados, e no fundo baseados em acções significativas sobre o mundo” (p. 15). Esta perspectiva é compatível com a ideia de as conclusões terem que estar relacionadas com os dados em que se baseiam e com o facto de a evidência, para qualquer conclusão, precisar conter pelo menos dois elementos: dados e garantias, sendo estas últimas os meios através dos quais os dados são relacionados com as conclusões (Osborne *et al.*, 2001).

Acresce ainda o facto de nem sempre a observação poder ser directa ou seja de nem sempre a realidade estar acessível aos nossos sentidos (Phelan & Reynolds, 2001) e, nesses casos, a observação ter que ser mediada por instrumentos que fornecem dados que têm que ser associados a e reconhecidos como evidências dessa realidade. Como referem estes autores, nós não vemos a radioactividade mas podemos ouvir os *clicks* de um contador Geiger que funcionam como evidências da radioactividade. Contudo, para podermos usar os *clicks* como evidências da radioactividade é necessário que dispúnhamos de um contador, o saibamos usar e, acima de tudo, que já tenhamos a ideia de o que é a radioactividade, de como ela se mede e de que é ela que pode estar em causa.

Assim, as conclusões de uma actividade laboratorial e as explicações científicas a ela associadas não são indutivamente geradas a partir dos dados nem dedutivamente construídas a partir de teorias ou leis científicas (Redhead, 1990) mas antes baseiam-se em visões do mundo e requerem um processo de construção de significados (Ogborn *et al.*, 1997).

Metodologia

Dado que os manuais escolares frequentemente não dão seguimento às orientações da educação em ciências (Duarte, 1999), que isso é particularmente verdade no caso das actividades laboratoriais (Duarte, 1999; Leite, 1999; Figueiroa, 2001) e que os alunos têm dificuldade em usar as evidências quer para fundamentarem previsões quer para elaborar conclusões (Afonso & Leite, no prelo), neste estudo pretende-se analisar e discutir o modo como os manuais escolares lidam com a inter-relação dados-evidências-conclusões, a fim de discutir em que medida eles podem constituir auxiliares na promoção desta inter-relação ou, antes pelo contrário, constituir obstáculos ao seu adequado desenvolvimento.

Para este efeito seleccionaram-se alguns protocolos laboratoriais incluídos em manuais escolares de ciências, que estão a ser utilizados em escolas portuguesas, e que descrevem actividades cuja finalidade é ilustrar conceitos ou princípios previamente apresentados no manual e outros cuja finalidade é conduzir a conceitos ou princípios “novos” (ou seja, ainda não apresentados no manual). Estes protocolos foram sujeitos a uma análise qualitativa de conteúdo, com o objectivo de verificar em que medida é ou não sugerida a recolha de dados que

constituam evidência das conclusões que se pretende que o aluno retire da actividade realizada.

Os protocolos seleccionados não pretendem representar os manuais e, por isso, não será lícito fazer, com base neles, inferências acerca dos respectivos manuais. Deverão ser encarados apenas como instrumentos de trabalho usados para reflectir sobre um dos aspectos fundamentais na utilização do laboratório, com vista à promoção da aprendizagem de conceitos científicos.

Resultados

Uma análise superficial dos protocolos incluídos nos manuais escolares permite concluir que, para além dos protocolos que sugerem a recolha das evidências necessárias para a conclusão desejada, há outros em que não são recolhidas essas evidências, facto que acontece frequentemente quando os dados que constituiriam evidências não são acessíveis aos sentidos e seria necessário utilizar um instrumento de medida adequado ou continuar a experiência, de modo a obter as evidências necessárias.

Na figura 1 apresenta-se um exemplo de um protocolo em que os dados que se sugere sejam recolhidos não são relevantes para o objectivo da actividade.



Fig. 1 – Protocolo extraído de um manual de Física, 8º ano

Nesta actividade, quer a secção “As ideias” quer a secção “analisar” parecem indicar que o objectivo da actividade tem a ver com a diferença de velocidade de propagação do som em diferentes meios. Contudo, a secção “O que se faz e o que se aprende”, especialmente a pergunta 2, evidencia que o que se pretende é comparar a facilidade de propagação do som em diferentes meios. No entanto, os dados que se sugere sejam recolhidos não são suficientes para a concluir acerca da

facilidade relativa de propagação do som, pois não se verifica o que acontece no caso do ar. Por outro lado, para concluir acerca da rapidez relativa de propagação do som, seria necessário medir o tempo que o som demora a percorrer uma determinada distância em diferentes meios e isso não é sugerido.

Na figura 2 apresenta-se o protocolo de uma actividade em que, para além de não se recolherem os dados necessários, se tira uma conclusão que não corresponde ao resultado que se obtém nas condições descritas. Na actividade em causa sugere-se aos alunos que registem “todos os fenómenos observados”. Desta observação resultam diversos dados que têm a ver com o fenómeno da combustão (elevação de temperatura, embaciamento da campânula, produção de fumo, subida da água corada, etc.). Contudo, nenhum destes dados constitui evidência que suporte a conclusão tirada da actividade realizada. De facto, a variação da concentração de oxigénio (que não se vê) não foi medida e a subida da água dentro da campânula apenas constitui evidência de que houve uma diminuição de pressão dentro da campânula, facto que poderia ser atribuído a diversos factores. Para se poder concluir acerca do oxigénio seria necessário medir a variação da concentração de oxigénio dentro da campânula, com o auxílio de um sensor de oxigénio. Nas condições descritas no protocolo, a variação da concentração de oxigénio diminui de 21% para cerca de 15%. O facto de estes dados não terem sido recolhidos leva a retirar uma conclusão (“a vela apagou-se porque o oxigénio foi consumido”) para a qual não se possuem evidências e que não corresponde à realidade, nas condições descritas. Por outro lado, o que “lá ficou” foi ainda uma mistura de gases e não um gás, mas não se dispõe de evidências nem para a primeira nem para a segunda ideia.

Outra actividade com problemas semelhantes à anterior é a que se descreve na fig. 3 e que tem a ver com a respiração celular.

ACTIVIDADE PRÁTICA

MATERIAL

- 1 proveta,
- 1 tina,
- 1 vela,
- 300 cm³ de água,
- corante,
- fósforos,
- esguicho.

NOTA: O volume de água deve variar conforme o tamanho da tina.

MODO DE PROCEDER

Mede 300 cm³ de água na proveta. Deita 5 gotas de corante. Entretanto um colega do grupo fixa a vela ao fundo da tina. Verte a água corada para a tina. Acende a vela e tapa-a com a campânula ou com um frasco de vidro. Regista no teu caderno diário todos os fenómenos observados.

De seguida tenta responder às seguintes questões:

1. Por que razão a vela se apagou?
2. Explica por que motivo a água corada subiu no interior da campânula ou do frasco de vidro.

CONCLUSÃO DA ACTIVIDADE PRÁTICA

A vela apagou-se porque o oxigénio foi consumido. O gás que lá ficou não alimenta combustões.




Fig. 2 – Protocolo extraído de um manual de Ciências da Natureza, 5º ano

observa e responde

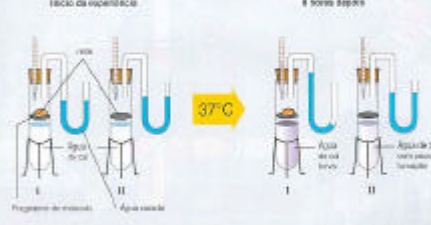
A investigação que a seguir se descreve foi feita por um cientista francês, Paul Berthelot, no século XIX, com o objectivo de estudar a respiração celular.

Materiais:

2 tubos de ensaio; 2 rolhas perfuradas (de borracha com dois furos cada); 2 termómetros; 2 tubos de vidro em forma de S; 2 pedações de rede; água de cal; água corada; pedação de um músculo fresco de um animal.

A experiência decorreu conforme indicado na figura.

Início da experiência **8 horas depois**



Respostas:

1. Indica a montagem (I ou II) que serviu de controlo da experiência.
2. Qual terá sido a substância que se libertou com abundância em I (e que fez com que a água de cal ficasse turva)?
3. Por que subiu a água corada mais dos ramos do tubo em I?
4. Qual será a causa da subida da temperatura do tubo em I?

Fig. 3 – Protocolo extraído de um manual de Ciências da Natureza, 6º ano

A utilização do termómetro permite (desde que a montagem seja tecnicamente adequada) recolher evidências sobre a elevação de temperatura e a utilização da água de cal permite testar a formação de dióxido de carbono. Contudo, também neste caso, não existem evidências de que se tenha “consumido” oxigénio (a subida da água corada no tubo apenas indicia diminuição de pressão no interior do sistema) nem libertado vapor de água (que na actividade não é referido, apesar de ser um dos produtos da respiração celular). Não há, portanto, condições para os alunos responderem às questões formuladas.

O protocolo apresentado na fig. 4 corresponde a uma actividade (reacção do sódio com a água) que é frequentemente utilizada no 9º ano de escolaridade.

1. Metais alcalinos⁽¹⁾

Descrição da experiência

Verifica a interação do lítio, do sódio e da potássio com a água e identifica o carácter químico da solução resultante usando um indicador de ácido-base adequado.

O material necessário é:

• lítio	• sódio
• potássio	• corante
• solução alcoólica de fenolftaleína	• três frascos com água
	• papel de filtro

O procedimento a seguir é:

- 1 – Deita água numa das frascos e adiciona três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína.
- 2 – Retira do frasco um pedaço do lítio, usando o estilete. Coloca-o sobre a folha de papel de filtro para 2 segundos.
- 3 – Corta, com o estilete, um pequeno fragmento de lítio e deixa-o cair (com cuidado) sobre a água (eq. 1).
- 4 – Repete o procedimento experimental usando o sódio e depois o potássio (eq. 2 e 3).

Análise e responde:

- Descreve as tuas observações, registando-as no teu caderno.
- Qual foi a reacção mais rápida?
- Qual é o nome do gás que se liberta?
- Qual é o carácter químico da solução aquosa resultante da interacção dos metais alcalinos com a água?
- Escreve as equações químicas que traduzem essas interacções.

⁽¹⁾ O lítio experimentalmente não se encontra disponível para fins de ensino.

Fig. 4 – Protocolo extraído de um manual de Química, 9º ano

Neste protocolo não se orienta os alunos no sentido da recolha dos dados que constituem evidência da reacção em causa mas apenas se sugere que descrevam as observações realizadas. Uns alunos poderão, assim, recolher dados relevantes e outros que são irrelevantes para a conclusão em causa mas outros alunos poderão não recolher os dados necessários e suficientes para responder às questões que são colocadas no final, nomeadamente a que têm a ver com o gás libertado. Por um lado, os alunos não observam nem o “consumo” de água nem a produção de um gás. Por outro lado, a observação da produção de uma chama poderá levar os alunos a pensar que o sódio entrou em combustão. A mudança de cor da solução pode ser atribuída a outros factores que não a reacção do sódio com a água, podendo, por exemplo, ser interpretada (embora erradamente) como uma consequência da hipotética combustão do sódio. Para responder à questão 2 seria necessário recolher o gás e identificá-lo à custa do teste do estalido. Contudo, ficava

ainda por explicar a ocorrência da chama, pois não se vê o hidrogénio a inflamar-se e a elevação local de temperatura que provoca essa inflamação é difícil de medir.

O protocolo apresentado na fig. 5 pretende confirmar o efeito acelerador da temperatura e dos catalisadores na rapidez das reacções químicas.

Actividade

Temperatura e catalisadores

MATERIAL / REAGENTES

- fita de magnésio
- solução de peróxido de hidrogénio (H_2O_2) (vulgarmente chamada "água oxigenada")
- dióxido de manganês (MnO_2)
- água
- lamparina de álcool e bico
- tesoura
- tubos de ensaio e pinça para os segurar
- lixa ou palha de aço

PROCEDIMENTO

- 1.1 Limpar e cortar um pedacinho de fita de magnésio ($\approx 1\text{cm}$).
- 1.2 Colocar o magnésio num tubo de ensaio e juntar água. Registar o que se observar.
- 1.3 Acender a lamparina e aquecer o tubo de ensaio na chama, segurando-o com a pinça.
- 1.4 Registar o que se observar.
- 2.1 Deitar peróxido de hidrogénio num tubo de ensaio. Registar o que se observar.
- 2.2 Juntar um pouco de dióxido de manganês ao mesmo tubo. Registar o que se observar.

REFLECTINDO

- a) Qual o efeito do aumento da temperatura na reacção do magnésio com a água?
- b) Qual poderá ser a vantagem industrial do uso de catalisadores?

Fig. 5 – Extraída de um manual de Química, 8º ano

Na primeira parte da actividade, a observação directa da libertação de bolhas gasosas (que seria, contudo, facilitada pela realização simultânea dos dois ensaios ou pela medição do tempo que o magnésio demora a deixar de se ver) é suficiente para verificar que, a quente, o magnésio reage mais rapidamente com a água do que a frio. A segunda parte da actividade, centrada no conceito de catalisador, fornece evidências de que o peróxido de hidrogénio se decompõe muito mais rapidamente na presença de dióxido de manganês do que na sua ausência. Contudo, nada garante que o dióxido de manganês não desempenhe na reacção química o papel de reagente. Para obter evidências de que está em causa um catalisador, seria necessário recuperar o dióxido de manganês e verificar que as suas propriedades se mantêm. Do ponto de vista técnico, isto pode dar algum trabalho mas parece um procedimento necessário para se obter evidências suficientes para poder confirmar o que se pretende. Tecnicamente mais fácil seria o caso em que se usa um pedacinho de batata ou de fígado para a catálise enzimática (através da enzima cataláse) da mesma reacção. Contudo, é frequente mesmo nestes casos a actividade não ter o seguimento necessário para demonstrar a conservação da quantidade e das características da substância usada como catalisador.

Na fig. 6 apresenta-se um protocolo que tem a intenção de demonstrar que o ar é composto por mais do que um gás. Ao fim de alguns dias os alunos poderão, como se afirma no protocolo, verificar que se forma ferrugem. Convém referir que só três anos mais tarde os alunos vão iniciar o estudo das reacções químicas e começar a ter condições para compreender a formação da ferrugem. Dado que eles não podem verificar que isso se deve a que “o oxigénio se combina com a palha de aço” e que dificilmente vão acreditar que a ferrugem não se deve à presença de água, e não tendo evidência de que o oxigénio (gasoso) diminui dentro do tubo de ensaio, também não disporão de dados que permitam justificar a subida da água.

Muito menos disporão de dados que evidenciem que “o espaço que não é ocupado por água está cheio, na quase totalidade, por azoto”. Pode-se, portanto, perguntar como podem os alunos “demonstrar que o ar é constituído por mais do que um gás se não têm uma única evidência desse facto e se possuem explicações alternativas para o fenómeno.



Fig. 6 – Protocolo extraído de um manual de Ciências da Natureza, 5º ano

Conclusões

A análise efectuada não permite fazer generalizações acerca dos manuais escolares. Contudo, os protocolos analisados constituem evidências da necessidade de os utilizadores de manuais escolares, e especialmente os professores, serem muito críticos face a eles a fim de evitarem exigir ao aluno que observe o que ele não pode observar e que tire conclusões que ele não pode tirar. Em outros trabalhos (ex.: Leite, 1999, 2001) temos assumido uma posição crítica face à utilização generalizada de protocolos tipo receita. Este trabalho pode parecer estar em contradição com essas posições prévias. Não é isso que se passa. O que nos parece é que, independentemente de o procedimento laboratorial ser fornecido ao aluno ou estabelecido por ele, há sempre muitas observações que podem ser efectuadas directamente mas há outras que só podem ser efectuadas indirectamente e, alguma que o aluno, só por si, não imaginará sequer que possam ser efectuadas. Para além disso, e como constatamos na análise efectuada, por vezes, algumas das observações mais apelativas não são relevantes para o objectivo a atingir e podem até desviar a atenção do aluno relativamente a outras observações que constituiriam evidência do fenómeno em causa. Acima de tudo, a interpretação dos resultados requer a utilização de modelos abstractos que não emergem da actividade. Assim, parece necessário que os autores de manuais escolares passem a dar mais atenção à relação dados-observação-conclusões e que os professores de ciências, para além de adoptarem uma atitude crítica face ao manual, se consciencializem da complexidade da inter-relação entre estes conceitos e da diferença que existe em dados e evidências, de modo a utilizarem mais adequadamente o laboratório no ensino das ciências e a ajudarem os alunos a tirar mais partido das actividades realizadas nas aulas de Ciências.

Referências

- Afonso, A. & Leite, L. (no prelo). A inter-relação teoria-evidência-explicação científica: um estudo com alunos do 9º e do 11º anos de escolaridade. In *Actas do IV Encontro nacional de Didáticas e Metodologias da educação*. Évora: Universidade de Évora.
- Ball, J. (1999). *Evidence, theory and student voice: Interactional relationships in cooperative and traditional Chemistry lab structures*. Comunicação apresentada no encontro anual da NARST, Boston.
- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Chalmers, A. (1985). *What is this thing called science?*. Milton Keynes: Open University Press.
- Clackson, S. & Wright, D. (1992). An appraisal of practical work in science education. *School Science Review*, 74(266), 39-42.
- Clough, M. & Clark, R. (1994). Cookbooks and constructivism: A better approach to laboratory activities. *The Science Teacher*, February, 34-37.
- Dall'Alba, G. et al. (1993). Textbook Treatments and Students' Understanding of Acceleration. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 621-635.
- Dreyfus, A. (1993). Selecting appropriate strategies for laboratory teaching: A problem in teacher training. *European Journal of Teacher Education*, 16(3), 257-270.
- Duarte, M. (1999). Investigação em ensino das ciências. Influências ao nível dos manuais escolares. *Revista Portuguesa de Educação*, 12(2), 227-248.
- Figueiroa, A. (2001). *Actividades laboratoriais e educação em ciências: Um estudo com manuais escolares do 5º ano de escolaridade e respectivos autores*. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Gunstone, R. & Champagne, A. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In Heggarty-Hazel, E. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge, 159-182.
- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University press.
- Harlen, W. (1994). Desarrollo e investigación de las ciencias en la enseñanza primaria. *Alambique*, 2, 69-81.
- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 73(264), 65-78.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *School Science Review*, 22, 85-142.
- Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. In Sequeira, M. et al. (Orgs.). *Trabalho prático experimental na Educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 29-42.
- Leite, L. (1999) O ensino Laboratorial de "O Som e a Audição". Uma análise das propostas apresentadas por anuais escolares do 8º ano de escolaridade. In Castro, R. et al. (Org.) *Manuais escolares: Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho, 255-266.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H. & Santos, M. (Org). *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: DES, 79-97.
- Millar, R. & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- Millar, R. (1998). Rhetoric and reality: What practical work in science is really for?. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 16-31.
- Ogborn, J. et al. (1997). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Osborne, R. et al. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.
- Phelan, P. & Reynolds, P. (2001). *Argument and evidence: Critical analysis for the social sciences*. Londres: Routledge.
- Redhead, M. (1990). Explanation. In Dudley, K. (Ed). *Explanation and its limits*. Cambridge: Cambridge University press, 135-154.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90 (5), 403-418.
- Tobin, K., Tippins, D. & Gallard, A. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In Gabel, D. (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning*. Nova Iorque: Macmillan.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science: Time for a reappraisal. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science. Which way now?*. Londres: Routledge, 3-15.
- Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

LEITE, Laurinda (2002). A inter-relação dados-evidências-conclusões: Um estudo com actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares. *In* Actas do II Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" (Cd-Rom). La Habana: Ministerio de Educación.